

PEMANFAATAN BETON PEMADATAN MANDIRI (SELF COMPACTING CONCRETE) SEBAGAI BALOK STRUKTUR DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT LOKAL

Seska Nicolaas, ST., MT., Ir. Ever Notje Slat, MT.

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado,
Jl. Kampus Politeknik Ds.Buha, Kec. Mapanget, Manado, Kode Pos 95252
E-mail : seska.gracia@gmail.com

Abstract

Increased infrastructure development nowadays needs technology that can produce high quality concrete construction rapidly. Self-Compacting Concrete (SCC) is an innovation in concrete technology that can respond to that challenge. SCC casting needs no vibrators. This can decrease the amount of labor, shorten the casting time and reduce noise due to the use of compacting tool. The Indonesian National Standard has not so far accommodated the SCC technology, and thus research using local aggregate is needed to obtain an optimal mix design in the production of SCC in Indonesia. This research aims to (1) obtain SCC composition that can produce optimal compressive strength with some variation of coarse and fine aggregate, (2) test the SCC compressive strength, (3) make SCC beam and test the beam bending strength. The method of research begins with literature study on Self Compacting Concrete, followed by test equipment and materials preparation and continued with the production of SCC mixture design. The next step is to make some variations of coarse and fine aggregate composition for producing optimal compressive strength to obtain the composition that can result in optimal compressive strength.

Keywords: *Self compacting concrete, mix composition, aggregate composition variations, SCC beam, compressive strength.*

Abstrak

Dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur saat ini, dibutuhkan teknologi yang bisa menghasilkan konstruksi beton yang bermutu, tapi juga cepat dalam pelaksanaannya. *Self-Compacting Concrete* (SCC) adalah salah satu inovasi dalam teknologi beton yang dapat menjawab tantangan tersebut. Pengecoran *Self Compacting Concrete* tidak membutuhkan vibrator. Hal ini dapat mengurangi jumlah tenaga kerja, mempersingkat waktu pengecoran serta mengurangi kebisingan akibat penggunaan alat pemadat. Standar Nasional Indonesia sampai saat ini belum mengakomodasi tentang teknologi *Self Compacting Concrete*, sehingga diperlukan penelitian-penelitian yang menggunakan agregat lokal untuk mendapatkan mix design yang optimal dalam pembuatan beton jenis SCC di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mendapatkan komposisi SCC yang menghasilkan kuat tekan optimum dengan beberapa variasi komposisi agregat.kasar dan agregat halus. (2) melakukan pengujian kuat tekan *Self Compacting Concrete*; (3) membuat balok SCC dan melakukan pengujian kuat lentur balok;.Metode penelitian yang akan dilakukan diawali dengan melakukan studi literature tentang *Self Compacting Concrete*, selanjutnya mempersiapkan peralatan uji dan material yang akan digunakan, kemudian membuat disain awal campuran SCC. Selanjutnya membuat beberapa variasi komposisi agregat kasar dan agregat halus untuk mendapatkan komposisi mana yang akan menghasilkan kuat tekan optimum.

Kata Kunci: *Self compacting concrete, komposisi campuran, variasi komposisi agregat, balok SCC, kuat tekan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton adalah material yang banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Dalam

pengerjaan beton konvensional, pemadatan adalah hal yang mutlak dilakukan untuk menghasilkan beton yang baik. Tujuan dari pemadatan itu sendiri yaitu meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen

dan tidak terjadi rongga-rongga udara di dalam beton (*honey comb*). Konsekuensi dari beton bertulang yang tidak sempurna pematatannya, di antaranya dapat menurunkan kuat tekan dan sifat kedap air dari beton sehingga mudah terjadi karat di besi tulangan. Pengecoran beton konvensional pada daerah yang padat tulangan serta pada bagian-bagian struktur yang sulit dijangkau oleh vibrator sulit untuk dilakukan, sehingga tidak tercapainya kepadatan secara optimal.

Dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur saat ini, dibutuhkan teknologi yang bisa menghasilkan konstruksi beton yang bermutu, tapi juga cepat dalam pelaksanaannya. *Self-Compacting Concrete* (SCC) adalah salah satu inovasi dalam teknologi beton yang dapat menjawab tantangan tersebut. *Self-Compacting Concrete* adalah beton yang dapat memadatkan sendiri. Pengecoran *Self Compacting Concrete* tidak membutuhkan vibrator. Hal ini dapat mengurangi jumlah tenaga kerja, mempersingkat waktu pengecoran serta mengurangi kebisingan akibat penggunaan alat pemadat. Jadi kinerja SCC akan menghemat energi pemompaan dan pemadatan sehingga beton tersebut telah dirancang untuk lebih ramah lingkungan. Menurut Ketua Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia (HAKI) Davy Sukamta, rata-rata pengecoran di Indonesia saat ini 120 meter kubik per jam, sedangkan di Shanghai sudah sampai 1.000 meter kubik per jam. Menurutnya Teknologi *Self Compacting Concrete* sangat tepat diaplikasikan dalam pembuatan *High Performance Concrete* (HPC). (Ramadhiani, 2017).

Self-Compacting Concrete pertama kali ditemukan di Jepang dan telah diaplikasikan dengan baik di negara tersebut. Salah satu penggunaan SCC di Indonesia adalah pembangunan jembatan Grand Wisata (cable stayed) di Bekasi, Jawa Barat pada tahun 2007. Aplikasi SCC pada jembatan tersebut karena mempertimbangkan kesulitan dalam pemadatan manual pada posisi menara yang tinggi dan miring. (Wisbarika, 2012)



Gambar 1. Aplikasi SCC pada menara jembatan Grand Wisata, Bekasi.

Disain campuran SCC sedikit berbeda dengan campuran beton konvensional. Untuk mendapatkan beton yang dikategorikan sebagai SCC maka penggunaan *admixture* yang dapat mereduksi penggunaan air serta mendapatkan beton dengan

tingkat kelecakan (*workability*) yang tinggi mutlak di perlukan. Suatu campuran beton dapat dikatakan *Self Compacting Concrete* bila dalam keadaan segar (*fresh concrete*) memenuhi syarat-syarat *flowability*, yaitu berupa kemampuan untuk dapat mengisi ruangan (*filling ability*), dapat melewati tulangan (*passing ability*) dan tahan terhadap pengaruh pemisahan butiran (*segregation resistance*).

Standar Nasional Indonesia sampai saat ini belum mengakomodasi tentang teknologi *Self Compacting Concrete*, sehingga diperlukan penelitian-penelitian yang menggunakan agregat lokal untuk mendapatkan mix design yang optimal dalam pembuatan beton jenis SCC di Indonesia. Dalam memproduksi beton yang dikategorikan sebagai *Self Compacting Concrete*, komposisi agregat yang digunakan harus diperhatikan, mengingat semakin besar prosentase agregat halus akan meningkatkan *flowability* beton, tetapi jika terlalu banyak akan mengurangi kuat tekan beton. Begitu sebaliknya, jika terlalu banyak prosentase agregat kasar akan memperbesar resiko segregasi dan mengurangi *flowability* dari beton. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan komposisi agregat kasar dan agregat halus yang akan menghasilkan kuat tekan optimum dari SCC serta melihat bagaimana kuat lentur balok SCC.

Rumusan Masalah

Komposisi campuran *Self Compacting Concrete* agak berbeda dengan komposisi campuran beton konvensional, dan saat ini belum ada pedoman yang baku yang berlaku di Indonesia untuk merencanakan campuran *Self Compacting Concrete* ini. Melalui penelitian ini akan diteliti komposisi agregat kasar dan agregat halus yang bagaimana yang akan menghasilkan kuat tekan *Self Compacting Concrete* yang optimum? Selanjutnya jika diaplikasikan dalam elemen balok struktur, bagaimana perilaku mekanis dari *Self Compacting Concrete* ini. Juga akan dilihat bagaimana hubungan dari kuat tekan dengan kuat tarik serta kuat tekan dengan kuat lenturnya. Dalam penelitian ini akan digunakan agregat lokal alami sebagai agregat kasar dan agregat halus. *Chemical admixture* yang digunakan berupa superplasticizer type F yaitu lingo C-165 F dengan kadar 1,2% dari berat semen. Untuk memperbaiki sifat-sifat beton, ditambahkan juga silica fume yang dapat meningkatkan kekuatan tekan serta kekuatan lentur beton, juga meningkatkan durabilitas beton serta dapat menurunkan tingkat permeabilitas dari beton.

Tujuan Penelitian

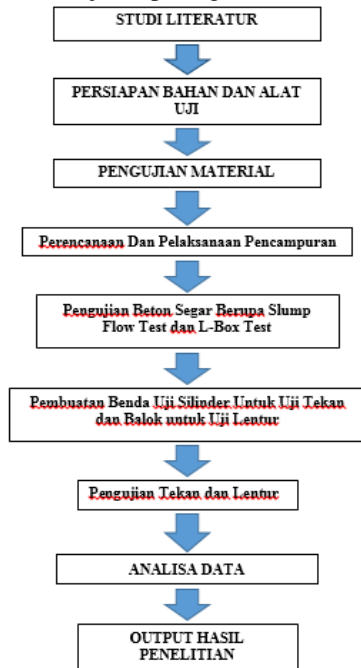
Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan komposisi campuran *Self Compacting Concrete* yang menghasilkan kuat tekan optimum dengan beberapa variasi komposisi agregat kasar dan agregat halus.

2. Melakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah *Self Compacting Concrete* pada umur 1,3,7,14 dan 28 hari
3. Membuat balok SCC dan melakukan pengujian kuat lentur balok
4. Mendapatkan hubungan kuat tekan dengan kuat lentur dari *Self Compacting Concrete*.

METODE PENELITIAN

Garis-garis besar metode dalam penelitian ini disajikan pada gambar 3.1



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur tentang penelitian –penelitian mengenai *Self Compacting Concrete* dan tentang pemanfaatan agregat lokal dalam campuran beton. Selanjutnya dipersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Disain campuran yang digunakan sesuai SNI 03-2834-2000 kemudian komposisi agregat dimodifikasi berdasarkan syarat disain campuran SCC dari Okamura dan Ozawa (1995).

Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar berupa Slump Flow Test dan L-Box Test yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian beton segar

Pengujian	Nilai		
	Campuran Pasir + Batu Pecah		
	C1 50% + 50%	C2 55% + 45%	C3 60% + 40%
SFmax (mm)	650	655	670
T 50 cm (dtk)	4.4	5.3	3.9

Komposisi agregat yang digunakan ada tiga jenis, yaitu komposisi I menggunakan batu pecah 50% dan pasir 50%, komposisi II menggunakan batu pecah 45% dan pasir 55%, serta komposisi III menggunakan batu pecah 40% dan pasir 60%. Dalam campuran SCC ini ditambahkan admixture berupa ligno C-165 sebesar 1.2% dari berat semen, dan bahan tambah silica fume sebesar 5% dari berat semen.

Selanjutnya dibuat campuran beton dengan ketiga macam komposisi campuran ini. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *Slump Flow Test* untuk menguji *Filling Ability* dan *L-Box Test* untuk menguji *Passing Ability* dari SCC. Selanjutnya dibuat benda uji silinder untuk pengujian tekan dan balok untuk pengujian lentu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan disain campuran menggunakan SNI 03-2834-2000 dan disain campuran SCC menurut Okamura dan Ouchi (2003), maka dibuat tiga komposisi campuran SCC dimana untuk agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah ukuran 5-10 mm sebesar 35% dan 10-20 mm sebesar 65%. Komposisi campuran dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Komposisi campuran SCC

Komposisi Campuran SCC dalam 1m ³			
	C1 (50% Pasir+50% BP)	C2 (55% Pasir+45% BP)	C3 (60% Pasir+40% BP)
Semen (PC)	450 kg	450 kg	450 kg
Silica fume	4 %	4 %	4 %
Polimer	1,2 %	1,2 %	1,2 %
Pasir	787 kg	866 kg	945 kg
Agregat Kasar : a. Bt. Pecah 5-10	276 kg	248 kg	220 kg
Agregat Kasar : b. Bt. Pecah 10-20	512 kg	461 kg	409 kg
Air	225 kg	225 kg	225 kg

L 40 (dtk)	2	2	2
L Box (H2/H1)	0.88	0.8	0.95

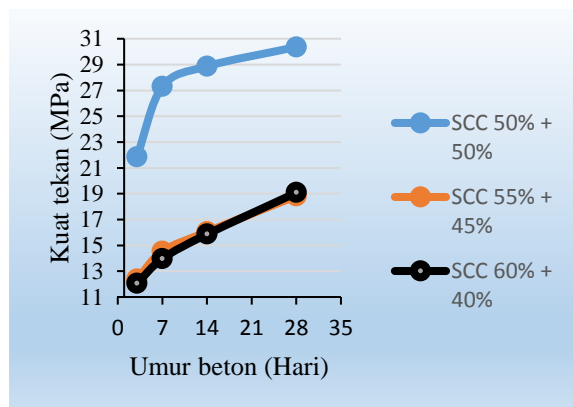
Berdasarkan hasil pengujian beton segar diatas terlihat bahwa diameter maximum yang dapat dicapat oleh aliran beton (SFmax) berada antara 650 – 670. Nilai ini sudah memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Efnarc Assosiation (Efnarc, 2005) yaitu antara 550 - 850 mm. Begitu juga dengan kemampuan aliran beton mencapai diameter 50 cm berada pada nilai 2 sampai 5 detik dan nilai pengujian L-Box Test (H2/H1) sudah lebih besar dari 0.8. Dengan demikian beton yang dibuat dapat dikategorikan sebagai *Self Compacting Concrete*.

Kuat Tekan Self Compacting Concrete

Dari data hasil pengujian kuat tekan *self-compacting concrete* pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari kuat tekan maksimal dicapai oleh komposisi campuran C1 (50% pasir + 50% batu pecah) dimana untuk umur beton 28 hari, kuat tekannya mencapai 30,36 MPa. Ha ini menunjukkan bahwa penggunaan 50% pasir dan 50% batu pecah menghasilkan kuat tekan yang optimal.

Tabel 3. Data Kuat Tekan Beton

Kode Campuran	Kuat Tekan Rata-Rata f_c (MPa)			
	Umur Beton (Hari)			
	3	7	14	28
C1	21.84	27.29	28.87	30.36
C2	12.37	14.53	16.05	18.82
C3	12.05	13.97	15.86	19.08



Gambar 3. Perkembangan kuat tekan SCC pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari.

Kuat Lentur Balok Self Compacting Concrete

Pengujian Kuat lentur dilakukan pada balok SCC berdimensi 15 x 15 x 60 cm. Pengujian dilakukan pada umur 7,14 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kuat Lentur Balok SCC

Kode Campuran	Kuat Lentur Rata-Rata f_r (MPa)		
	Umur Beton (Hari)		
	7	14	28
C1	3,64	3,92	3,94
C2	3,04	3,32	3,34
C3	2,83	3,70	3,58

Kuat lentur optimal diperoleh dari komposisi campuran C1 (50% pasir + 50% batu pecah), dimana kuat lentur pada 28 hari mencapai 3,78 MPa. Menurut SNI 03-2847-2002 hubungankuat lentur dan kuat tekan beton dapat dinyatakan dengan persamaan berikut $f_r = 0,7 \sqrt{f_c}$. Jika koefisien 0,7

disimbolkan dengan k, maka untuk umur beton 28 hari,nilai k untuk SCC adalah :

Tabel 5. Hubungan nilai kuatb tekan dan kuat lentur SCC

Kode campuran	f_c (MPa)	f_r (MPa)	k
C1	30.36	3,94	0,72
C2	18.82	3,34	0,77
C3	19.08	3,48	0,80
Rata-rata			0,76

Dari tabel 5 diatas terlihat bahwa untuk beton SCC besarnya nilai kuat lentur terhadap kuat tekannya sedikit lebih besar dari beton normal, yaitu sebesar

$$f_r = 0,76 \sqrt{f_c}$$

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Komposisi campuran yang menghasilkan kuat tekan optimum yaitu komposisi C1, dimana perbandingan penggunaan agregat kasar dengan agregat halus adalah 50% : 50%.
2. Nilai kuat tekan optimum pada umur 28 hari sebesar 30,36 MPa, dan kuat lentur sebesar 3,94 MPa.
3. Hubungan kuat tekan dan kuat lentur SCC dapat ditulis dengan persamaam $f_r = 0,76 \sqrt{f_c}$, dimana terlihat bahwa koefisien k untuk beton SCC ($k = 0,76$) lebih besar dibandingkan untuk beton normal menurut SNI 03-2847-2002 ($k = 0,7$).

DAFTAR PUSTAKA

1. Efnarc Association, 2005. Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete
2. Grdić Z., I. Despotović, G.T. Ćurčić. 2008. Properties of Self Compacting Concrete with Different Types of Additives. Journal of Archieture and civil Engineering, vol. 6. Facta Universitatis, Serbia.
3. Mariani, Victor Sampebulu, Abdul Gani Ahmad, 2009 , Pengaruh Penambahan Admixture terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC), Jurnal SMARTEK Vol 37
4. Mulyono T. 2004. Teknologi Beton. Andi Offset Yogyakarta.
5. Nicolaas S. 2009. Kajian Eksperimental Perilaku Mekanis Light Weight Self Compating Concrete Dengan Variasi Kandungan Admixture, Tesis Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Universitas Sam Ratulangi Manado

6. Okamura H, Ouchi M. 2003. Self Compacting Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology. Vol. 1 No. 1. Japan
7. Petersson, H. 2007. Final Report of Task 1: Preliminary Mix Design. Swedish Cement and Concrete Research Institute
8. Ramadhiani Arimbi, 2017, Dengan HPC, Konstruksi Beton Diklaim Lebih Efisien, <http://properti.kompas.com/read/2017/12/14/140248821/dengan-hpc-konstruksi-beton-diklaim-lebih-efisien>
9. SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
10. Widodo Slamet, 2014, Optimasi Kuat Tekan SCC dengan Trial Mix Komposisi Agregat dan Filler Pada Campuran Adukan Beton., <https://www.belajarsipil.com>
11. Wisbarika Ika, 2012, Beton Ramah Lingkungan, <http://seputarduniaprovek.blogspot.co.id/2015/09/beton-ramah-lingkungan.html>